

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7550958号
(P7550958)

(45)発行日 令和6年9月13日(2024.9.13)

(24)登録日 令和6年9月5日(2024.9.5)

(51)国際特許分類

F I

H O 1 L 23/467 (2006.01)

H O 1 L 23/46

C

請求項の数 13 (全22頁)

(21)出願番号	特願2023-506981(P2023-506981)	(73)特許権者	000006013
(86)(22)出願日	令和4年3月7日(2022.3.7)		三菱電機株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/009704		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87)国際公開番号	WO2022/196411	(74)代理人	110001195
(87)国際公開日	令和4年9月22日(2022.9.22)		弁理士法人深見特許事務所
審査請求日	令和5年3月7日(2023.3.7)	(72)発明者	吉見 雄太
(31)優先権主張番号	特願2021-41268(P2021-41268)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(32)優先日	令和3年3月15日(2021.3.15)		三菱電機株式会社内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	藤井 健太
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
			三菱電機株式会社内
		(72)発明者	白形 雄二
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
			三菱電機株式会社内
		(72)発明者	矢原 寛之
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置および電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体素子と、
前記半導体素子が接合された基板と、
前記基板に対して前記半導体素子とは反対側に配置された被接合面を含む熱拡散板と、
前記基板と前記熱拡散板との間において前記基板と前記熱拡散板とを接合している接合部材とを備え、
前記熱拡散板には、前記被接合面から凹む溝が設けられており、
前記熱拡散板の前記溝は、前記接合部材から露出した部分を含んでおり、
前記基板は、第1面と、前記第1面に対して前記半導体素子とは反対側に配置された第2面と、前記第1面と前記第2面とを貫通するビアホールとを有し、
前記基板に垂直な方向から見て、前記溝は前記ビアホールと重なる位置に設けられている、半導体装置。

【請求項2】

半導体素子と、
前記半導体素子が接合された基板と、
前記基板に対して前記半導体素子とは反対側に配置された被接合面を含む熱拡散板と、
前記基板と前記熱拡散板との間において前記基板と前記熱拡散板とを接合している接合部材とを備え、
前記熱拡散板には、前記被接合面から凹む溝が設けられており、

前記熱拡散板の前記溝は、前記接合部材から露出した部分を含んでおり、
前記熱拡散板は、前記被接合面とは前記接合部材の反対側に配置された対向面とを含み、
前記溝は、前記対向面から前記被接合面に向かって小さくなるように構成された幅を有している、半導体装置。

【請求項 3】

前記基板と前記熱拡散板とが前記接合部材を挟み込む方向から見て、前記熱拡散板は、前記半導体素子よりも大きく、

前記挟み込む方向において、前記半導体素子は、前記熱拡散板に重なっている、請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記溝は、第 1 溝部と、第 2 溝部とを含んでおり、

前記第 1 溝部および前記第 2 溝部の各々は、前記接合部材から露出した部分を含んでいる、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記第 1 溝部および前記第 2 溝部は、互いに交差している、請求項 4 に記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記第 1 溝部および前記第 2 溝部は、互いに間隔を空けて配置されている、請求項 4 に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記被接合面は、前記半導体素子が重ねられた積層領域を含み、

前記溝は、第 1 端と、第 2 端とを含み、

前記溝の前記第 1 端は、前記接合部材から露出しており、

前記溝の前記第 2 端は、前記積層領域の中心と前記第 1 端との間に配置されており、

前記被接合面の前記積層領域の前記中心は、前記接合部材によって前記基板に接合されている、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記溝は、第 1 端と、第 2 端とを含み、

前記第 1 端および前記第 2 端の各々は、前記接合部材から露出している、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記溝の前記第 1 端は、前記熱拡散板の端部に設けられている、請求項 7 または 8 に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記熱拡散板には、貫通孔が設けられており、

前記貫通孔は、前記接合部材が前記被接合面に重ねられた方向に沿って前記熱拡散板を貫通しており、

前記熱拡散板には、前記重ねられた方向に沿って前記接合部材に重なるように前記貫通孔が設けられている、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 11】

接続部材をさらに備え、

前記基板の前記第 1 面には前記半導体素子が前記接続部材によって接合されており、

前記ビアホールは、前記基板と前記熱拡散板とが前記接合部材を挟み込む方向から見て前記接続部材と重なっている、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 12】

前記熱拡散板は、前記被接合面とは前記接合部材の反対側に配置された対向面とを含み、

前記溝は、前記対向面から前記被接合面に向かって大きくなるように構成された幅を有している、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 13】

請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 項に記載の前記半導体装置を備えた、電力変換装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、半導体装置および電力変換装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、車載または車両用の電力変換装置に用いられる半導体装置は、多くの機能、高い出力および薄い形状を有する傾向にある。これに伴い、半導体装置に実装されている電子部品の単位体積当たりの発熱量は、上昇している。このため、放熱性を有する半導体装置が望まれている。

10

【0003】

例えば、特開平11-345921号公報（特許文献1）に記載の半導体装置は、構成素子（半導体素子）と、プリント基板（基板）と、はんだである接着層（接合部材）と、熱伝導プレート（熱拡散板）とを含んでいる。構成素子は、プリント基板に接合されている。熱伝導プレートは、プリント基板に対して構成素子とは反対側に配置されている。このため、構成素子から生じた熱は、プリント基板、接着層および熱伝導プレートの順に通って放散される。プリント基板と熱伝導プレートとは、接着層によってはんだ付けされている。はんだ付けのために接着層が溶融した際に、溶融した接着層からフラックスが蒸発する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開平11-345921号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記公報に記載の半導体装置では、熱伝導プレートが接着層に密着している。このため、熱伝導プレートは、接着層から蒸発したフラックスが半導体装置の外部に排出されることを妨げている。よって、プリント基板と熱伝導プレートとが接合された後に、蒸発したフラックスが接着層の内部に残留することにより、ボイドが接着層に発生する。ボイドが接着層に発生した場合、接着層の熱抵抗が増加するため、半導体装置の放熱性が低下する。

30

【0006】

本開示は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、接合部材中のボイドを低減することができる半導体装置および電力変換装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の半導体装置は、半導体素子と、基板と、熱拡散板と、接合部材とを備えている。基板には、半導体素子が接合されている。熱拡散板は、被接合面を含んでいる。被接合面は、基板に対して半導体素子とは反対側に配置されている。接合部材は、基板と熱拡散板との間において基板と熱拡散板とを接合している。熱拡散板には、被接合面から凹む溝が設けられている。熱拡散板の溝は、接合部材から露出した部分を含んでいる。基板は、第1面と、第1面に対して半導体素子とは反対側に配置された第2面と、第1面と第2面とを貫通するビアホールとを有している。基板に垂直な方向から見て、溝はビアホールと重なる位置に設けられている。

40

【発明の効果】

【0008】

本開示の半導体装置によれば、熱拡散板の溝は、接合部材から露出した部分を含んでいる。このため、基板と熱拡散板との接合時において接合部材から蒸発したフラックスは、熱拡散板の溝を通して半導体装置の外部に排出される。よって、接合部材中のボイドを低減することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施の形態1に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

【図2】図1のⅠⅠ-ⅠⅠ線に沿った断面図である。

【図3】図1のⅠⅠⅠ-ⅠⅠⅠ線に沿った断面図である。

【図4】実施の形態1に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

【図5】実施の形態1に係る半導体装置を含む電力変換装置の構成を概略的に示す回路図である。

【図5A】実施の形態1に係る半導体装置を含む電力変換装置の主回路の構成を概略的に示す斜視図である。

【図6】実施の形態1に係る半導体装置がリフロー炉に投入される様子を概略的に示す上面図である。

【図7】実施の形態1に係る半導体装置の基板と熱拡散板とが接合部材によって接合されている様子を概略的に示す断面図である。

【図8】実施の形態1の変形例に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

【図9】実施の形態1の変形例に係る半導体装置の構成を概略的に示す断面図である。

【図10】実施の形態2に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

【図11】実施の形態2に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

【図12】実施の形態2の第1の変形例に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

【図13】実施の形態2の第2の変形例に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

【図14】実施の形態3に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

【図15】実施の形態3に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

【図16】実施の形態4に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

【図17】実施の形態4の変形例に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

【図18】実施の形態5に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

【図19】図18のⅩⅠⅩ-ⅩⅠⅩ線に沿った断面図である。

【図20】実施の形態6に係る半導体装置の構成を概略的に示す断面図である。

【図21】実施の形態6に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

【図22】実施の形態6に係る半導体装置の基板と熱拡散板とが接合部材によって接合されている様子を概略的に示す断面図である。

【図23】実施の形態7に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

【図24】図23のⅩⅩⅠⅤ-ⅩⅩⅠⅤ線に沿った断面図である。

【図25】実施の形態7に係る半導体装置の溝の構成を変更した断面図である。

【図26】実施の形態7に係る半導体装置の溝の構成を変更した断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、実施の形態について図に基づいて説明する。なお、以下では、同一または相当する部分に同一の符号を付すものとし、重複する説明は繰り返さない。

【0011】

実施の形態1.

図1～図5を用いて、実施の形態1に係る半導体装置100の構成を説明する。本実施の形態に係る半導体装置100は、ハイブリッドカー、電気自動車等に搭載される電力変換装置に用いられてもよい。

【0012】

図1に示されるように、半導体装置100は、半導体素子1と、基板2と、熱拡散板3と、接合部材J1とを含んでいる。本実施の形態の半導体装置100は、放熱部材5と、冷却体6と、接続部材J2とをさらに含んでいる。本実施の形態において、半導体素子1

10

20

30

40

50

、接続部材 J 2、基板 2、接合部材 J 1、熱拡散板 3、放熱部材 5 および冷却体 6 は、順に積層されている。

【0013】

半導体素子 1 は、発熱する電子部品である。半導体装置 100 は、半導体素子 1 から生じた熱が基板 2、熱拡散板 3、放熱部材 5 および冷却体 6 を通って放散されるように構成されている。半導体素子 1 は、例えば、金属酸化物半導体電界効果トランジスタ（MOSFET：Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）または絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT：Insulated Gate Bipolar Transistor）等の半導体チップである。半導体チップは、樹脂によって封止されたパッケージとして構成されていてもよい。

10

【0014】

基板 2 には、半導体素子 1 が接合されている。基板 2 と熱拡散板 3 とが接合部材 J 1 を挟み込む方向（Z 軸方向 DR 3）から見て、熱拡散板 3 は、半導体素子 1 よりも大きい。挟み込む方向（Z 軸方向 DR 3）において、半導体素子 1 は、熱拡散板 3 に重なっている。

【0015】

本実施の形態において、基板 2 と熱拡散板 3 とが接合部材 J 1 を挟み込む方向は、Z 軸方向 DR 3 である。リード 11 が半導体素子 1 から突出する方向は、Y 軸方向 DR 2 である。Y 軸方向 DR 2 および Z 軸方向 DR 3 の各々に交差する方向は、X 軸方向 DR 1 である。

【0016】

20

基板 2 は、例えば、プリント基板である。基板 2 は、第 1 面 21 と、第 2 面 22 とを含んでいる。基板 2 の第 1 面 21 には、半導体素子 1 が接続部材 J 2 によって接合されている。基板 2 の第 2 面 22 は、第 1 面 21 に対して半導体素子 1 とは反対側に配置されている。基板 2 の第 2 面 22 は、接合部材 J 1 によって熱拡散板 3 に接合されている。

【0017】

基板 2 には、第 1 面 21 と第 2 面 22 とを貫通するビアホール VH が設けられている。ビアホール VH は、Z 軸方向 DR 3 に沿って設けられている。本実施の形態において、ビアホール VH は、複数のホール部 V1 を含んでいる。Z 軸方向 DR 3 から見て、接続部材 J 2 は、複数のホール部 V1 に重なっている。複数のホール部 V1 は、互いに間隔を空けて配置されている。

30

【0018】

ビアホール VH の孔部の内壁面上には銅などの導体膜が形成されている。導体膜は、たとえば銀フィラーを混入させた導電性接着剤またははんだにより当該孔部内が充填されたものであってもよい。このように導電性接着剤などを充填させることにより形成されたビアホール VH は、中空よりも熱伝導性の高い導電性部材からなる領域をより大きくすることができるため、いっそう放熱性の向上に寄与することができる。

【0019】

基板 2 は、非貫通領域 20 を含んでいてもよい。非貫通領域 20 には、ビアホール VH が設けられていない。図 1 では、非貫通領域 20 の外形は、破線によって示されている。非貫通領域 20 には、例えば、電極 12 が配置されている。半導体素子 1 のリード 11 は、非貫通領域 20 において電極 12 に電氣的に接続されている。

40

【0020】

図 2 に示されるように、本実施の形態において、基板 2 は、複数の絶縁層 25 と、第 1 導体層 26 と、第 2 導体層 27 と、複数の第 3 導体層 28 とを含んでいる。複数の絶縁層 25 は、例えば、平板形状を有している。複数の絶縁層 25 の上面視における形状は、例えば、矩形である。絶縁層 25 の材料は、例えば、混合されたガラス繊維およびエポキシ樹脂である。また、絶縁層 25 の材料は、これに限られず、混合されたアラミド樹脂およびエポキシ樹脂であってもよい。

【0021】

第 1 導体層 26 および第 2 導体層 27 は、複数の絶縁層 25 を挟み込んでいる。基板 2

50

の第1面21は、第1導体層26に設けられている。基板2の第2面22は、第2導体層27に設けられている。複数の第3導体層28の各々は、複数の絶縁層25の各々の間にそれぞれ配置されている。このため、複数の第3導体層28の各々は、第1導体層26および第2導体層27から間隔を空けて配置されている。複数の絶縁層25、第1導体層26、第2導体層27および複数の第3導体層28の各々は、互いに平行に配置されているもよい。

【0022】

第1導体層26、第2導体層27および複数の第3導体層28の材料は、例えば、銅(Cu)等の高い熱伝導性を有する金属である。第1導体層26、第2導体層27および複数の第3導体層28の厚みは、例えば、100 μ mである。本実施の形態において、基板2は、2つの第3導体層28を含んでいるが、第3導体層28の数はこれに限られない。

10

【0023】

熱拡散板3は、接合部材J1によって基板2の第2面22に接合されている。熱拡散板3は、基板2とで接合部材J1を挟み込んでいる。熱拡散板3は、被接合面31と、対向面32とを含んでいる。被接合面31は、基板2に対して半導体素子1とは反対側に配置されている。被接合面31は、接合部材J1によって基板2に接合されている。対向面32は、被接合面31とは接合部材J1の反対側に配置されている。対向面32は、被接合面31と対向している。対向面32には、放熱部材5が接合されている。

【0024】

熱拡散板3には、被接合面31から凹む溝4が設けられている。溝4が被接合面31から凹む方向(深さ方向)は、接合部材J1が被接合面31に重ねられた方向(Z軸方向DR3)に沿っている。

20

【0025】

本実施の形態において、溝4の幅は、被接合面31から対向面32に向かう方向(Z軸方向DR3)に沿って均一である。溝4の深さは、熱拡散板3を貫通しない限り、適宜に決められてもよい。

【0026】

図1および図3に示されるように、熱拡散板3の溝4は、接合部材J1から露出した部分を含んでいる。このため、熱拡散板3の溝4は、半導体装置100の外部に連通している。図1では、プリント基板と熱拡散板3の長さは同一であるが、本来は、後に示す図5Aのように、プリント基板の長さが熱拡散板3の長さよりも長いため、熱拡散板3の基板側の表面が外部に露出しない。

30

【0027】

図3に示されるように、溝4は、第1端E1と、第2端E2とを含んでいる。第1端E1および第2端E2は、溝4の長手方向の両端である。本実施の形態において、溝4の第1端E1および第2端E2は、熱拡散板3の端部に設けられている。第1端E1および第2端E2の各々は、接合部材J1から露出している。このため、熱拡散板3の溝4は、熱拡散板3の側方において接合部材J1から露出している。

【0028】

熱拡散板3の材料は、例えば、銅(Cu)である。このため、熱拡散板3は、例えば、銅板である。なお、熱拡散板3はこれに限られず、例えば、表面に銅(Cu)等の金属膜が形成された酸化アルミニウム(Al_2O_3)であってもよい。また、熱拡散板3は、銅(Cu)合金、アルミニウム(Al)合金またはマグネシウム(Mg)合金の金属板にニッケル(Ni)、金(Au)またはスズ(Sn)等のめっきが施された金属材料によって形成されていてもよい。

40

【0029】

熱拡散板3の厚みは、例えば、0.1mmである。熱拡散板3の厚みが0.1mm以上である場合、熱拡散板3の熱伝導性(放熱性)および強度の両方が向上する。なお、熱拡散板3の厚みは0.1mm未満であってもよい。

【0030】

50

接合部材 J 1 は、基板 2 と熱拡散板 3 との間において基板 2 と熱拡散板 3 とを接合している。接続部材 J 2 は、半導体素子 1 と基板 2 との間において半導体素子 1 と基板 2 とを接合している。接合部材 J 1 および接続部材 J 2 は、例えば、はんだである。接合部材 J 1 および接続部材 J 2 は、例えば、銀 (A g) ペーストおよびニッケル (N i) ペースト等の導電性接着剤であってもよい。

【0031】

接合部材 J 1 および接続部材 J 2 は、加熱されることで溶融するように構成されている。接合部材 J 1 は、基板 2 と熱拡散板 3 とを接合するように構成されている。接続部材 J 2 は、半導体素子 1 と基板 2 とを接合するように構成されている。フラックスは、接合部材 J 1 が溶融することで蒸発する。フラックスは、接続部材 J 2 が溶融することで蒸発する。

10

【0032】

放熱部材 5 は、基板 2 と熱拡散板 3 を挟み込んでいる。放熱部材 5 は、例えば、銅 (C u) 等の金属板である。冷却体 6 は、熱拡散板 3 と放熱部材 5 を挟み込んでいる。冷却体 6 は、例えば、半導体装置 100 の筐体であってもよい。冷却体 6 は、ヒートパイプまたは放熱フィン等であってもよい。

【0033】

図 4 では、半導体素子 1 の外形が破線によって示されている。図 4 に示されるように、Z 軸方向 D R 3 から見て、半導体素子 1 の幅は、溝 4 の幅よりも大きい。Z 軸方向 D R 3 において、半導体素子 1 は、溝 4 に重なっている。溝 4 の上面視における面積は、積層領域 10 の面積の 50% 以下であることが望ましい。

20

【0034】

次に、図 5 および図 5 A を用いて、実施の形態 1 に係る半導体装置 100 を含む電力変換装置 200 の構成を説明する。

【0035】

電力変換装置 200 は、インバータ回路 210 と、トランス回路 220 と、整流回路 230 と、平滑回路 240 と、制御回路 250 とを含んでいる。本実施の形態に係る半導体装置 100 (図 1 参照) は、例えば、インバータ回路 210 および整流回路 230 に適用されている。このため、電力変換装置 200 は、半導体装置 100 (図 1 参照) を含んでいる。半導体装置 100 は電力変換装置 200 の一部である。図 5 A は、電力変換装置 200 の構成を概略的に示す斜視図である。図 5 A において破線で囲まれた部分 I は、図 1 の部分である。

30

【0036】

インバータ回路 210 は、半導体素子 1 である第 1 スイッチング素子 211 と、第 2 スイッチング素子 212 と、第 3 スイッチング素子 213 と、第 4 スイッチング素子 214 とを含んでいる。直列に接続された第 1 スイッチング素子 211 および第 3 スイッチング素子は、直列に接続された第 2 スイッチング素子 212 および第 4 スイッチング素子 214 と並列に接続されている。第 1 スイッチング素子 211、第 2 スイッチング素子 212、第 3 スイッチング素子 213 および第 4 スイッチング素子 214 の各々は、例えば、金属酸化物半導体電界効果トランジスタ (M O S F E T : M e t a l O x i d e S e m i c o n d u c t o r f i e l d e f f e c t T r a n s i s t o r)、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ (I G B T : I n s u l a t e d G a t e B i p o l a r T r a n s i s t o r) 等である。第 1 スイッチング素子 211、第 2 スイッチング素子 212、第 3 スイッチング素子 213 および第 4 スイッチング素子 214 の各々の材料は、例えば、珪素 (S i)、炭化珪素 (S i C) または窒化ガリウム (G a N) である。

40

【0037】

トランス回路 220 は、第 1 コイル装置 221 を含んでいる。第 1 コイル装置 221 は、トランスとして構成されている。第 1 コイル装置 221 は、第 1 コイル 2221 と、第 2 コイル 2222 とを含んでいる。第 1 コイル 2221 は、インバータ回路 210 と接続されている 1 次側コイル導体である。すなわち、第 1 コイル 2221 は、高電圧側巻線で

50

ある。第2コイル2222は、整流回路230と接続されている2次側コイル導体である。すなわち、第2コイル2222は、低電圧側巻線である。

【0038】

整流回路230は、第1ダイオード231と、第2ダイオード232と、第3ダイオード233と、第4ダイオード234とを含んでいる。直列に接続された第1ダイオード231および第3ダイオード233は、直列に接続された第2ダイオード232および第4ダイオード234と並列に接続されている。第1ダイオード231、第2ダイオード232、第3ダイオード233および第4ダイオード234の各々の材料は、例えば、珪素(Si)、炭化珪素(SiC)または窒化ガリウム(GaN)である。

【0039】

平滑回路240は、第2コイル装置241と、第1コンデンサ242とを含んでいる。第2コイル装置241は、平滑コイルとして構成されている。

【0040】

制御回路250は、インバータ回路210を制御するための制御信号をインバータ回路210に出力するように構成されている。インバータ回路210は、入力された電圧を変換して出力するように構成されている。

【0041】

電力変換装置200は、第3コイル装置260と、第4コイル装置270と、第2コンデンサ280とをさらに含んでいる。第3コイル装置260および第2コンデンサ280は、インバータ回路210の前段に配置されている。第3コイル装置260は、平滑コイルとして構成されている。第4コイル装置270は、インバータ回路210とトランス回路220との間に配置されている。より具体的には、第4コイル装置270は、第1スイッチング素子211および第3スイッチング素子213と第1コイルとの間に配置されている。

【0042】

電力変換装置200には、例えば、100V以上600V以下の直流電圧が入力されるように構成されている。電力変換装置200は、例えば、12V以上600V以下の直流電圧を出力するように構成されている。具体的には、電力変換装置200の入力端子291に入力された直流電圧は、インバータ回路210によって第1の交流電圧に変換される。トランス回路220は、第1の交流電圧を第1の交流電圧よりも低い電圧値を有する第2の交流電圧に変換するように構成されている。整流回路230は、第2の交流電圧を整流するように構成されている。平滑回路240は、整流回路230から出力された電圧を平滑するように構成されている。電力変換装置200は、平滑回路240から出力された直流電圧を出力端子292から出力するように構成されている。入力された直流電圧 V_i の電圧値は、出力された直流電圧 V_o の電圧値よりも大きくてもよい。

【0043】

次に、図3、図6および図7を用いて、実施の形態1に係る半導体装置100の製造方法を説明する。

【0044】

半導体装置100の製造方法は、準備される工程と、接合される工程とを含んでいる。準備される工程では、図3に示されるように、半導体素子1と、基板2と、熱拡散板3と、接合部材J1とが準備される。本実施の形態において、準備される工程では、放熱部材5と、冷却体6と、接続部材J2とがさらに準備される。

【0045】

図6および図7に示されるように、接合される工程では、基板2と熱拡散板3の被接合面31とに挟み込まれた状態の接合部材J1が加熱されることで、溶融した接合部材J1によって基板2と熱拡散板3の被接合面31とが接合される。基板2と熱拡散板3の被接合面31とに挟み込まれた状態の接合部材J1は、熱拡散板3の溝4の底部から間隔を空けて配置されている。また、接合される工程では、基板2に対して熱拡散板3とは反対側において半導体素子1(図3参照)が基板2に接合される。具体的には、半導体素子1(

10

20

30

40

50

図 3 参照) と基板 2 とに挟み込まれた状態の接続部材 J 2 (図 3 参照) が加熱されることで、溶融した接続部材 J 2 (図 3 参照) によって基板 2 と半導体素子 1 (図 3 参照) とが接合される。

【 0 0 4 6 】

図 7 に示されるように、より詳細には、接合される工程において、基板 2 の第 2 面 2 2 の図示されない配線パターン上にペースト状の接合部材 J 1 が塗布される。なお、基板 2 の第 2 面 2 2 が重力方向に沿って上側に配置される。塗布されたペースト状の接合部材 J 1 を基板 2 とで挟み込むように熱拡散板 3 が配置される。続いて、基板 2、熱拡散板 3 および接合部材 J 1 がリフロー炉 R F (図 6 参照) に投入されることで加熱される。これにより、溶融した接合部材 J 1 によって基板 2 および熱拡散板 3 が接合される。なお、溶融した接合部材 J 1 からフラックスが蒸発する。溶融した接合部材 J 1 から蒸発したフラックスは、熱拡散板 3 の溝 4 およびビアホール V H を通って半導体装置 1 0 0 の外部に排出される。図 7 では、フラックスが半導体装置 1 0 0 から排出される向きは、白抜き矢印によって図示されている。

【 0 0 4 7 】

図 3 に示されるように、続いて、熱拡散板 3 が接合された基板 2 が裏返される。これにより、基板 2 の第 1 面 2 1 が重力方向に沿って上側に配置される。基板 2 の第 1 面 2 1 にペースト状の接続部材 J 2 が塗布される。塗布されたペースト状の接続部材 J 2 上に半導体素子 1 が配置される。続いて、半導体素子 1、基板 2、熱拡散板 3、接合部材 J 1 および接続部材 J 2 がリフロー炉 R F (図 6 参照) によって加熱される。これにより、溶融した接続部材 J 2 によって半導体素子 1 および半導体素子 1 が接合される。なお、溶融した接続部材 J 2 からはフラックスが蒸発する。続いて、放熱部材 5 が熱拡散板 3 に接合される。また、冷却体 6 が放熱部材 5 に接合される。

【 0 0 4 8 】

なお、基板 2 と熱拡散板 3 との接合後においては、溝 4 の内部の一部に接合部材 J 1 が入り込んでいてもよいし、溝 4 の内部に接合部材 J 1 が入り込んでいなくてもよい。

【 0 0 4 9 】

次に、図 8 および図 9 を用いて、実施の形態 1 の変形例に係る半導体装置 1 0 0 の構成を説明する。

【 0 0 5 0 】

図 8 および図 9 に示されるように、実施の形態 1 の変形例に係る半導体装置 1 0 0 の熱拡散板 3 の溝 4 の第 1 端 E 1 および第 2 端 E 2 は、熱拡散板 3 の端部よりも内側に配置されている。言い換えると、溝 4 の第 1 端 E 1 および第 2 端 E 2 は、熱拡散板 3 の端部に配置されていない。接合部材 J 1 は、溝 4 の第 1 端 E 1 および第 2 端 E 2 よりも内側に配置されている。このため、接合部材 J 1 は、熱拡散板 3 の端部に達していない。

【 0 0 5 1 】

続いて、本実施の形態の作用効果を比較例に係る半導体装置と比較しながら説明する。なお、比較例に係る半導体装置は、特に言及しない限り本実施の形態に係る半導体装置 1 0 0 と同様の構成を有している。

【 0 0 5 2 】

比較例に係る半導体装置では、被接合面 3 1 に溝 4 が設けられていない。このため、接合部材 J 1 の溶融時において、熱拡散板 3 は、接合部材 J 1 に密着している。よって、溶融した接合部材 J 1 から蒸発したフラックスは、接合部材 J 1 の内部に留まる。これにより、接合部材 J 1 の溶融後において、接合部材 J 1 の内部にボイドが生じる。仮に接合部材 J 1 の内部にボイドが留まった場合、ボイドによって接合部材 J 1 の熱抵抗が増加する。このため、半導体素子 1 の放熱性がボイドによって低下する。

【 0 0 5 3 】

これに対して、本実施の形態に係る半導体装置 1 0 0 によれば、図 1 に示されるように、熱拡散板 3 の溝 4 は、接合部材 J 1 から露出した部分を含んでいる。このため、基板 2 と熱拡散板 3 との接合時において溶融した接合部材 J 1 から蒸発したフラックスは、熱拡

10

20

30

40

50

散板 3 の溝 4 を通って半導体装置 1 0 0 の外部に排出される。よって、接合部材 J 1 の内部にボイドが生じることを抑制することができる。したがって、接合部材 J 1 中のボイドを低減することができる。

【 0 0 5 4 】

接合部材 J 1 中のボイドを低減することができるため、ボイドによって接合部材 J 1 の熱抵抗が増加することを抑制することができる。このため、半導体素子 1 の放熱性がボイドによって低下することを抑制することができる。

【 0 0 5 5 】

より詳細には、半導体素子 1 から生じた熱は、主に Z 軸方向 D R 3 に沿って、接続部材 J 2、基板 2、接合部材 J 1 および熱拡散板 3 の順に伝導する。このため、半導体素子 1 から生じた熱は、接合部材 J 1 の厚さ方向（Z 軸方向 D R 3）に沿って伝導する。接合部材 J 1 中のボイドを低減することができるため、接合部材 J 1 の厚さ方向に沿った熱抵抗がボイドによって低下することを抑制することができる。よって、半導体素子 1 から生じた熱が接合部材 J 1 の厚さ方向（Z 軸方向 D R 3）に沿って容易に伝導する。したがって、半導体素子 1 から生じた熱は、容易に放散される。

【 0 0 5 6 】

図 1 に示されるように、基板 2 と熱拡散板 3 とが接合部材 J 1 を挟み込む方向（Z 軸方向 D R 3）から見て、熱拡散板 3 は、半導体素子 1 よりも大きい。挟み込む方向（Z 軸方向 D R 3）において、半導体素子 1 は、熱拡散板 3 に重なっている。このため、半導体素子 1 から生じた熱は、半導体素子 1 に重ねられた熱拡散板 3 を通って放散される。よって、半導体素子 1 の放熱性がさらに向上する。

【 0 0 5 7 】

図 3 に示されるように、溝 4 の第 1 端 E 1 および第 2 端 E 2 の各々は、接合部材 J 1 から露出している。このため、溝 4 の第 1 端 E 1 および第 2 端 E 2 の一方が接合部材 J 1 から露出しかつ他方が接合部材 J 1 から露出していない場合よりも、フラックスは溝 4 を通って半導体装置 1 0 0 の外部に容易に排出される。よって、接合部材 J 1 中のボイドをさらに低減することができる。

【 0 0 5 8 】

図 3 に示されるように、溝 4 の第 1 端 E 1 は、熱拡散板 3 の端部に設けられている。このため、溝 4 の第 1 端 E 1 は、熱拡散板 3 の端部から半導体装置 1 0 0 の外部に露出している。よって、溝 4 の第 1 端 E 1 が半導体装置 1 0 0 の端部に露出していない場合よりも、溶融した接合部材 J 1 から蒸発したフラックスが第 1 端 E 1 を通って半導体装置 1 0 0 の外部に排出されやすい。よって、接合部材 J 1 中のボイドをさらに低減することができる。

【 0 0 5 9 】

実施の形態 2 .

次に、図 1 0 ～図 1 3 を用いて、実施の形態 2 に係る半導体装置 1 0 0 の構成を説明する。実施の形態 2 は、特に説明しない限り、上記の実施の形態 1 と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態 1 と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

【 0 0 6 0 】

図 1 0 に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置 1 0 0 の熱拡散板 3 の溝 4 は、第 1 溝部 4 1 と、第 2 溝部 4 2 とを含んでいる。第 1 溝部 4 1 および第 2 溝部 4 2 の各々は、接合部材 J 1 から露出した部分を含んでいる。本実施の形態において、図 1 0 および図 1 1 に示されるように、第 1 溝部 4 1 の第 1 端 E 1 1（E 1）および第 2 端 E 1 2（E 2）の各々は、接合部材 J 1 から露出している。また、第 2 溝部 4 2 の第 1 端 E 2 1（E 1）および第 2 端 E 2 2（E 2）の各々は、接合部材 J 1 から露出している。

【 0 0 6 1 】

図 1 1 に示されるように、第 1 溝部 4 1 および第 2 溝部 4 2 は、互いに間隔を空けて配置されている。言い換えると、第 1 溝部 4 1 および第 2 溝部 4 2 は、互いに交差していな

10

20

30

40

50

い。第1溝部41および第2溝部42は、互いに平行に配置されていてもよい。第1溝部41および第2溝部42の各々は、X軸方向DR1に沿って延在していてもよい。図12に示されるように、第1溝部41および第2溝部42は、Y軸方向DR2に沿って延在していてもよい。図13に示されるように、第1溝部41および第2溝部42は、X軸方向DR1およびY軸方向DR2の各々に対して斜めに延在していてもよい。

【0062】

なお、図示されないが、溝部の数は、2つに限られない。また、第1溝部41の第1端E11(E1)および第2端E12(E2)ならびに第2溝部42の第1端E21(E1)および第2端E22(E2)の各々が接合部材J1から露出しているが、接合部材J1から露出した部分はこれに限られない。例えば、第1溝部41の第1端E11(E1)および第2溝部42の第1端E21(E1)が露出しかつ第1溝部41の第2端E12(E2)および第2溝部42の第2端E22(E2)が露出していなくてもよい。

【0063】

続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置100によれば、図10に示されるように、第1溝部41および第2溝部42の各々は、接合部材J1から露出した部分を含んでいる。このため、溝4が1つの溝部からなる場合(図1参照)よりも、接合部材J1と溝4とが向かい合う面積を大きくすることができる。よって、溶融した接合部材J1から蒸発したフラックスがさらに溝4を通して半導体装置100の外部に排出される。したがって、接合部材J1中のボイドをさらに低減することができる。

【0064】

図11に示されるように、第1溝部41および第2溝部42は、互いに間隔を空けて配置されている。このため、第1溝部41および第2溝部42が互いに交差している場合よりも、熱拡散板3は簡易な形状を有している。よって、熱拡散板3を容易に製造することができるため、半導体装置100の製造コストを低減できる。

【0065】

実施の形態3.

次に、図14および図15を用いて、実施の形態3に係る半導体装置100の構成を説明する。実施の形態3は、特に説明しない限り、上記の実施の形態2と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態2と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

【0066】

図14および図15に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置100の熱拡散板3の第1溝部41および第2溝部42は、互いに交差している。第1溝部41および第2溝部42は、例えば、十字状に配置されている。本実施の形態において、第1溝部41は、X軸方向DR1に沿って延伸している。第2溝部42は、Y軸方向DR2に沿って延伸している。望ましくは、半導体素子1が熱拡散板3に重ねられた方向(Z軸方向DR3)から見て、第1溝部41および第2溝部42の交差部は、半導体素子1に重なっている。さらに望ましくは、半導体素子1が熱拡散板3に重ねられた方向(Z軸方向DR3)から見て、第1溝部41および第2溝部42の交差部は、半導体素子1の中心に重なっている。

【0067】

続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置100によれば、図15に示されるように、第1溝部41および第2溝部42は、互いに交差している。このため、第1溝部41および第2溝部42の接合部材J1から露出した部分は、互いに異なる方向に沿って接合部材J1(図14参照)から露出している。よって、接合部材J1(図14参照)から蒸発したフラックスを第1溝部41および第2溝部42が互いに露出している方向に沿って半導体装置100の外部に排出することができる。すなわち、接合部材J1(図14参照)から蒸発したフラックスを複数の方向(例えば、X軸方向DR1およびY軸方向DR2)に沿って半導

体装置 100 の外部に排出させることができる。これにより、第 1 溝部 41 および第 2 溝部 42 が平行に配置されている場合よりも、溝 4 の接合部材 J1 から露出した部分の先（半導体装置 100 の外部）にフラックスが滞留することを抑制することができる。

【0068】

実施の形態 4.

次に、図 16 および図 17 を用いて、実施の形態 4 に係る半導体装置 100 の構成を説明する。実施の形態 4 は、特に説明しない限り、上記の実施の形態 3 と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態 3 と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

【0069】

図 16 に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置 100（図 1 参照）の熱拡散板 3 の被接合面 31 は、積層領域 10 を含んでいる。積層領域 10 には、半導体素子 1 が重ねられている。積層領域 10 には、Z 軸方向 DR3 に沿って半導体素子 1 が重ねられている。

【0070】

溝 4 の第 1 端 E1 は、接合部材 J1（図 1 参照）から露出している。溝 4 の第 2 端 E2 は、被接合面 31 の積層領域 10 の中心 C1 と第 1 端 E1 との間に配置されている。言い換えると、被接合面 31 の積層領域 10 の中心 C1 には、溝 4 が設けられていない。被接合面 31 の積層領域 10 の中心 C1 は、接合部材 J1（図 1 参照）によって基板 2（図 1 参照）に接合されている。

【0071】

図 16 では、溝 4 は、第 1 溝部 41、第 2 溝部 42、第 3 溝部 43 および第 4 溝部 44 を含んでいる。第 1 溝部 41 と第 2 溝部 42 とは、互いに直交するように設けられている。第 3 溝部 43 と第 4 溝部 44 とは、互いに直交するように設けられている。第 1 溝部 41 と第 3 溝部 43 とは、X 軸方向 DR1 に沿って間を空けて並べられている。第 2 溝部 42 と第 4 溝部 44 とは、Y 軸方向 DR2 に沿って間を空けて並べられている。第 1 溝部 41 ～第 4 溝部 44 の各々の第 1 端 E11（E1）～E41（E1）は、接合部材 J1（図 1 参照）から露出している。第 1 溝部 41 ～第 4 溝部 44 の第 2 端 E12（E2）～E42（E2）の各々は、被接合面 31 の積層領域 10 の中心 C1 と第 1 端 E11（E1）～E41（E1）との間にそれぞれ配置されている。

【0072】

図 17 では、溝 4 は、第 1 溝部 41 ～第 8 溝部 48 を含んでいる。第 1 溝部 41 ～第 8 溝部 48 は、放射状に配置されている。第 1 溝部 41 ～第 8 溝部 48 の各々の第 1 端 E11（E1）～E81（E1）は、接合部材 J1（図 1 参照）から露出している。第 1 溝部 41 ～第 8 溝部 48 の第 2 端 E12（E2）～E82（E2）の各々は、被接合面 31 の積層領域 10 の中心 C1 と第 1 端 E11（E1）～E81（E1）との間にそれぞれ配置されている。

【0073】

続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置 100 によれば、図 16 に示されるように、被接合面 31 の積層領域 10 の中心 C1 は、接合部材 J1（図 1 参照）によって基板 2（図 1 参照）に接合されている。このため、被接合面 31 の積層領域 10 の中心 C1 には、溝 4 が設けられていない。溝 4 の内部には空気層が形成されているため、仮に被接合面 31 の積層領域 10 の中心 C1 に溝 4 が設けられていた場合、半導体素子 1 の放熱性が空気層によって低下する。本実施の形態では、被接合面 31 の積層領域 10 の中心 C1 に溝 4 が設けられていないため、半導体素子 1 の放熱性が溝 4 の空気層によって低下することを抑制することができる。言い換えると、熱拡散板 3 の熱抵抗が溝 4 の空気層によって増加することを抑制することができる。

【0074】

実施の形態 5.

次に、図 18 および図 19 を用いて、実施の形態 5 に係る半導体装置 100 の構成を説明する。実施の形態 5 は、特に説明しない限り、上記の実施の形態 1 と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態 1 と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

【0075】

図 18 および図 19 に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置 100 の熱拡散板 3 の溝 4 は、対向面 32 から被接合面 31 に向かって小さくなるように構成された幅を有している。図 19 に示されるように、溝 4 は、底部 45 と、第 1 側面 46 と、第 2 側面 47 とを含んでいる。底部 45 は、接合部材 J1 と向かい合っている。第 1 側面 46 および第 2 側面 47 の各々は、被接合面 31 と底部 45 とを接続している。第 1 側面 46 と第 2 側面 47 との間隔は、対向面 32 から被接合面 31 に向かって小さくなるように構成されている。

【0076】

続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置 100 によれば、図 18 に示されるように、溝 4 は、対向面 32 から被接合面 31 に向かって小さくなるように構成された幅を有している。このため、基板 2 と熱拡散板 3 とがリフロー炉 RF（図 6 参照）によって接合される際に、熔融した接合部材 J1 が溝 4 の中に入り込むことを抑制することができる。言い換えると、熔融した接合部材 J1 によって溝 4 が塞がることを抑制することができる。仮に溝 4 が熔融した接合部材 J1 によって塞がった場合、フラックスが溝 4 を通って半導体装置 100 の外部に排出されることが妨げられる。本実施の形態では、接合部材 J1 によって溝 4 が塞がることを抑制することができるため、フラックスが溝 4 を通って半導体装置 100 の外部に排出されることが妨げられることを抑制することができる。

【0077】

実施の形態 6.

次に、図 20～図 22 を用いて、実施の形態 6 に係る半導体装置 100 の構成を説明する。実施の形態 6 は、特に説明しない限り、上記の実施の形態 1 と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態 1 と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

【0078】

図 20 に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置 100 の熱拡散板 3 には、貫通孔 TH が設けられている。貫通孔 TH は、接合部材 J1 が被接合面 31 に重ねられた方向（Z 軸方向 DR3）に沿って熱拡散板 3 を貫通している。拡散板 3 には、重ねられた方向（DR3）に沿って接合部材 J1 に重なるように貫通孔 TH が設けられている。貫通孔 TH は、被接合面 31 および凹部の少なくともいずれかに設けられている。

【0079】

貫通孔 TH の直径は、ビアホール VH の直径よりも小さい。貫通孔 TH の直径は、リフロー炉 RF（図 6 参照）によって熔融した接合部材 J1 が入り込まない直径であれば、適宜に決められてもよい。

【0080】

図 21 に示されるように、貫通孔 TH は、複数の第 1 貫通部 T1 と、複数の第 2 貫通部 T2 とを含んでもよい。複数の第 1 貫通部 T1 および複数の第 2 貫通部 T2 の各々は、接合部材 J1 が被接合面 31 に重ねられた方向（Z 軸方向 DR3）に沿って熱拡散板 3 を貫通している。複数の第 1 貫通部 T1 は、溝 4 に連通している。複数の第 2 貫通部 T2 は、被接合面 31 に連通している。

【0081】

続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置 100 によれば、図 20 に示されるように、貫通孔 TH は、接合部材 J1 が被接合面 31 に重ねられた方向（Z 軸方向 DR3）に沿って熱拡散板 3 を貫通している。このため、リフロー炉 RF（図 6 参照）によって基板 2 と熱拡散板 3

とが接合される際に、図 2 2 に示されるように、溶融した接合部材 J 1 から蒸発したフラックスは、溝 4 に加えて、貫通孔 T H も通って半導体装置 1 0 0 の外部に排出される。これにより、リフロー炉 R F（図 6 参照）によって基板 2 と熱拡散板 3 とが接合される際に、溶融した接合部材 J 1 から蒸発したフラックスが半導体装置 1 0 0 の外部にさらに排出される。よって、接合部材 J 1 中のボイドをさらに低減することができる。

【 0 0 8 2 】

実施の形態 7 .

次に、図 2 3 および図 2 4 を用いて、実施の形態 7 に係る半導体装置 1 0 0 の構成を説明する。実施の形態 7 は、特に説明しない限り、上記の実施の形態 1 と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態 1 と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

10

【 0 0 8 3 】

図 2 3 および図 2 4 に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置 1 0 0 の熱拡散板 3 の溝 4 は、対向面 3 2 から被接合面 3 1 に向かって大きくなるように構成された幅を有している。図 2 4 に示されるように、溝 4 は、底部 4 5 と、第 1 側面 4 6 と、第 2 側面 4 7 とを含んでいる。底部 4 5 は、接合部材 J 1 と向かい合っている。第 1 側面 4 6 および第 2 側面 4 7 の各々は、被接合面 3 1 と底部 4 5 とを接続している。第 1 側面 4 6 と第 2 側面 4 7 との間隔は、被接合面 3 1 から対向面 3 2 に向かって小さくなるように構成されている。

【 0 0 8 4 】

20

次に溝 4 を製造するための加工方法について説明する。

溝 4 の加工方法には、特に制限はなく、実施の形態 1 ～ 7 のどの形状においても、プレス打ち抜き加工、エッチング加工、ワイヤー放電加工（ワイヤーカット）、レーザー加工等の加工方法で製造できる。

【 0 0 8 5 】

また、溝 4 は、図 2 5 のように台形の形状、または、図 2 6 のように半円状の形状でも、図 2 4 と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 8 6 】

続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置 1 0 0 によれば、図 2 3 ～図 2 6 に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置 1 0 0 の熱拡散板 3 の溝 4 は、対向面 3 2 から被接合面 3 1 に向かって大きくなるように構成された幅を有している。このため、基板 2 と熱拡散板 3 とがリフロー炉 R F（図 6 参照）によって接合される際に、溶融した接合部材 J 1 が溝 4 の中に入りやすくなることができる。言い換えると、溶融した接合部材 J 1 によって溝 4 が塞がり、溝 4 が全て接合部材 J 1 で埋められる。仮にフラックスが溝 4 を通って半導体装置 1 0 0 の外部に排出された後、溝 4 が溶融した接合部材 J 1 によって塞がった場合、空気層であった溝 4 は接合部材 J 1 で埋められ、溝 4 の熱抵抗を低減することができる。よって半導体装置 1 0 0 の放熱性を向上することができる。

30

【 0 0 8 7 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

40

【符号の説明】

【 0 0 8 8 】

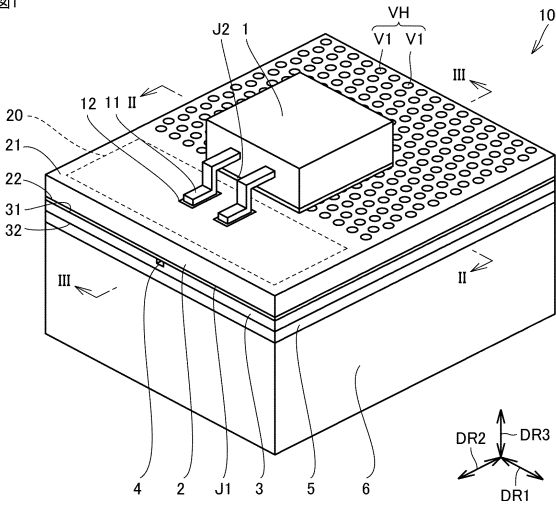
1 半導体素子、2 基板、3 熱拡散板、4 溝、1 0 接合領域、3 1 被接合面、3 2 対向面、4 1 第 1 溝部、4 2 第 2 溝部、1 0 0 半導体装置、2 0 0 電力変換装置、C 1 中心、E 1 第 1 端、E 2 第 2 端、J 1 接合部材、T H 貫通孔。

50

【図面】

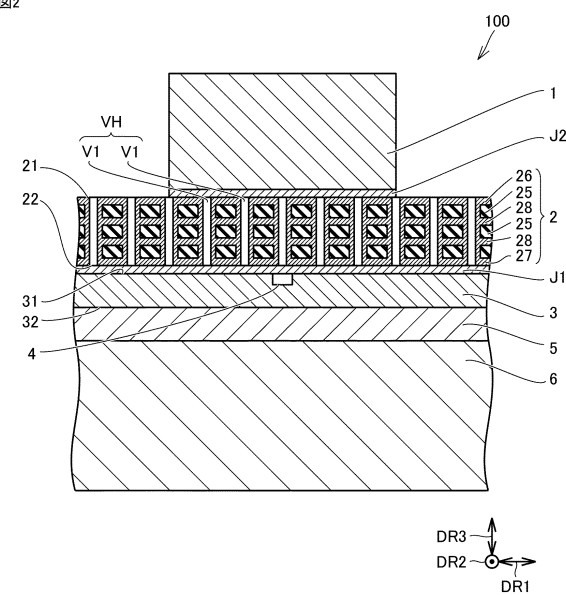
【図 1】

図1



【図 2】

図2

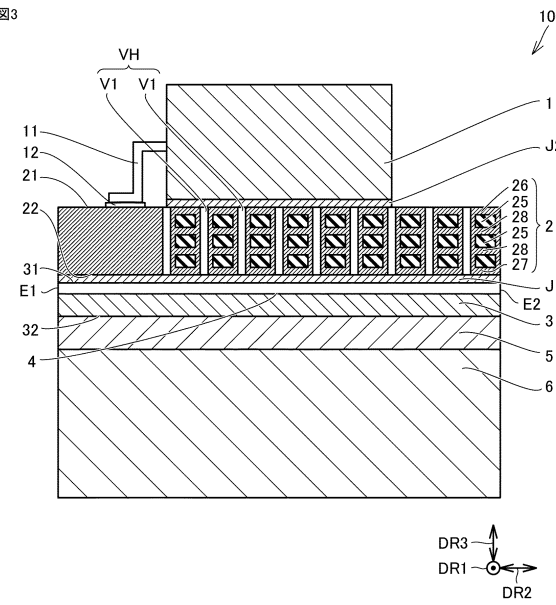


10

20

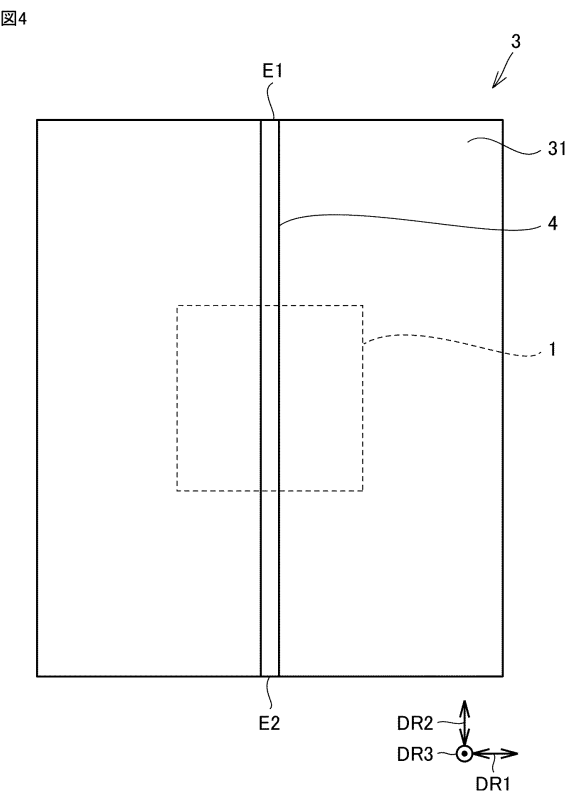
【図 3】

図3



【図 4】

図4

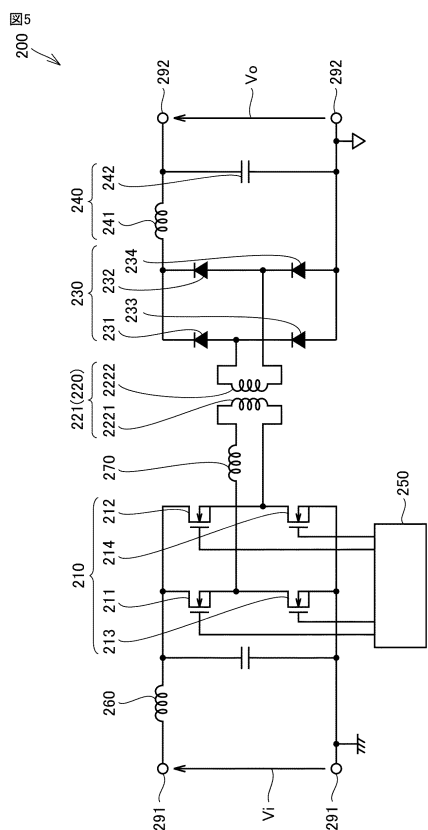


30

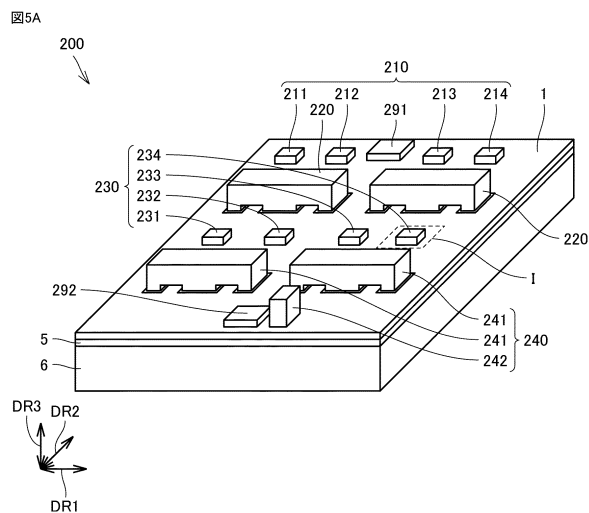
40

50

【図 5】



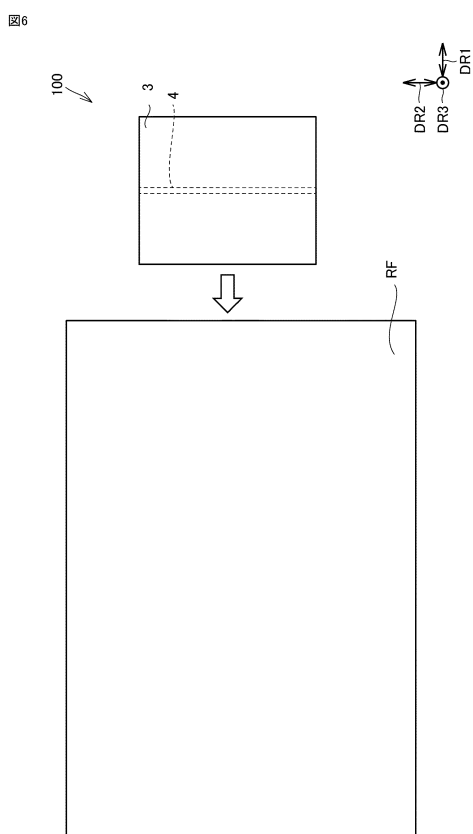
【図 5 A】



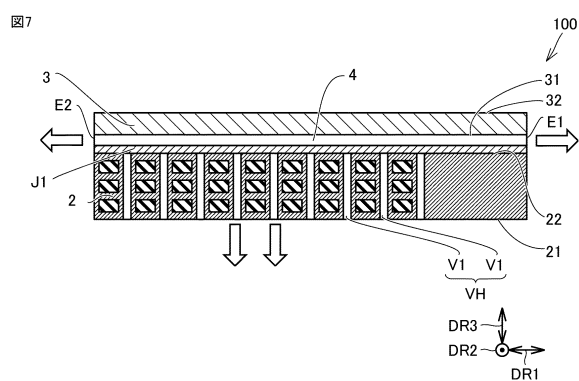
10

20

【図 6】



【圖 7】



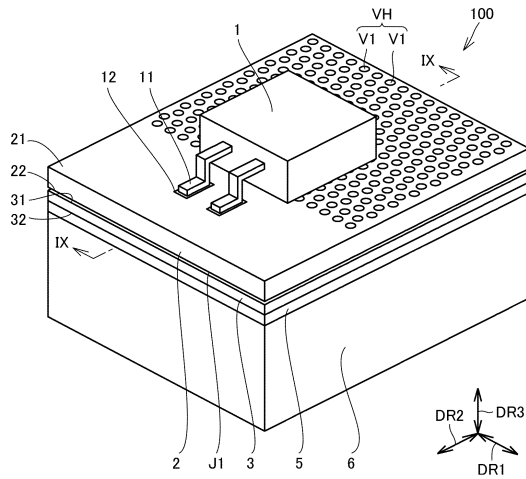
30

40

50

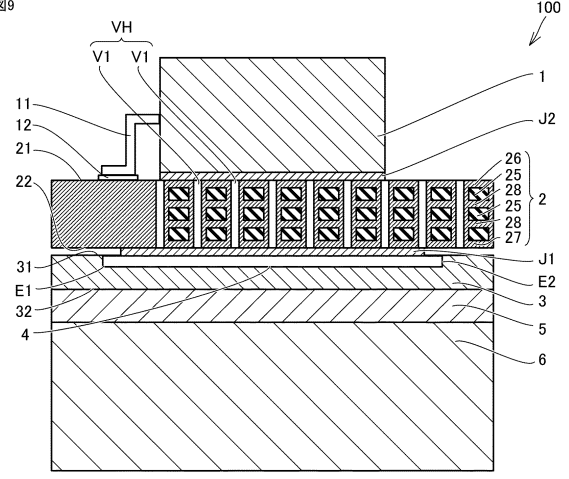
【図 8】

图8

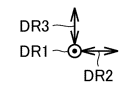


【図 9】

图9

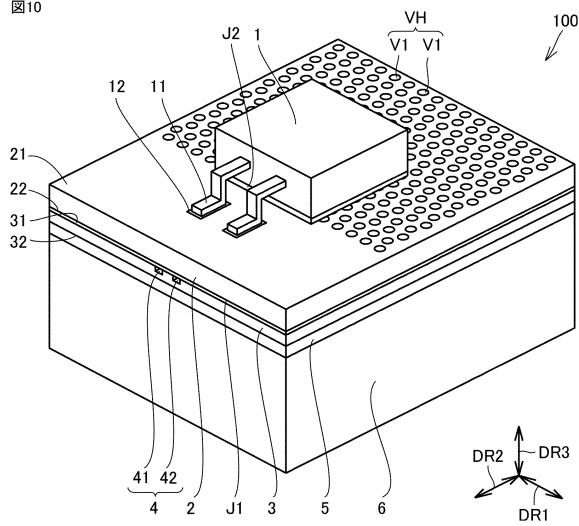


10



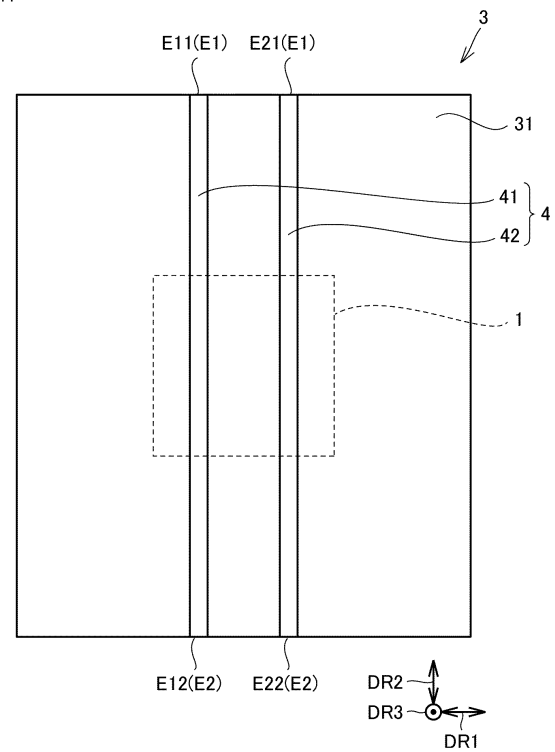
【図 10】

图10



【図 1 1】

图 11



20

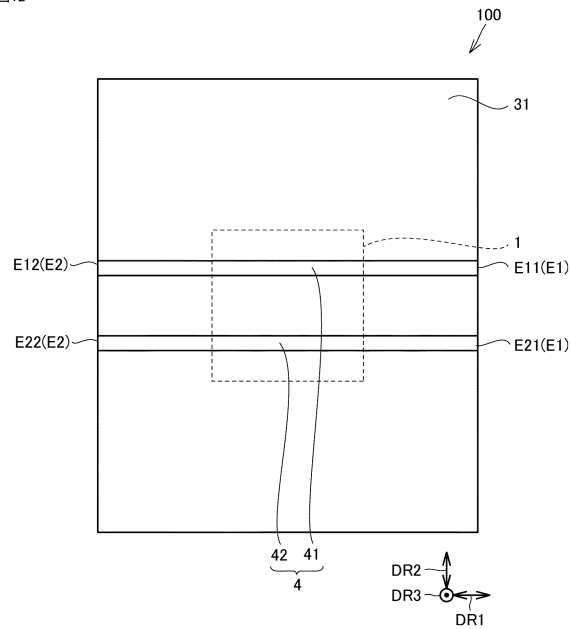
30

40

50

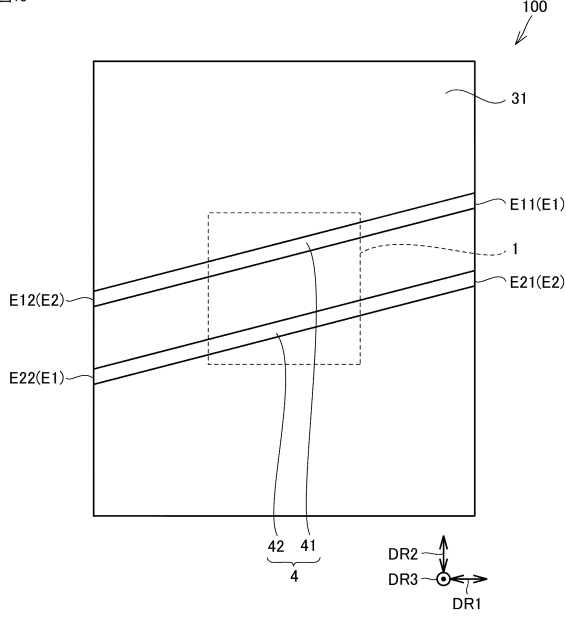
【図 1 2】

図 12



【図 1 3】

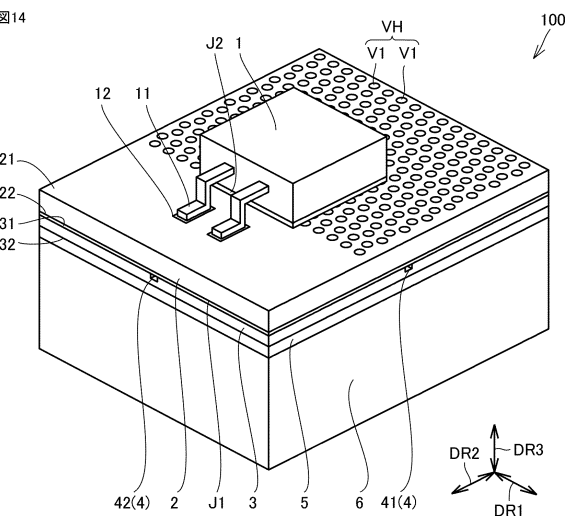
図 13



10

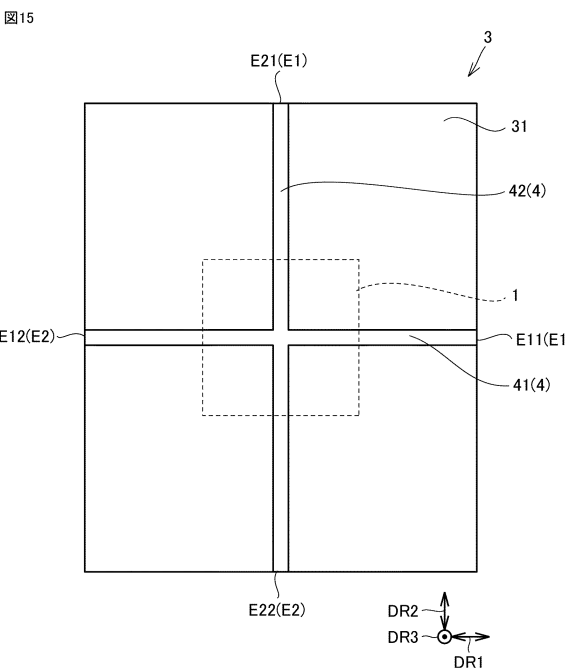
【図 1 4】

図 14



【図 1 5】

図 15



20

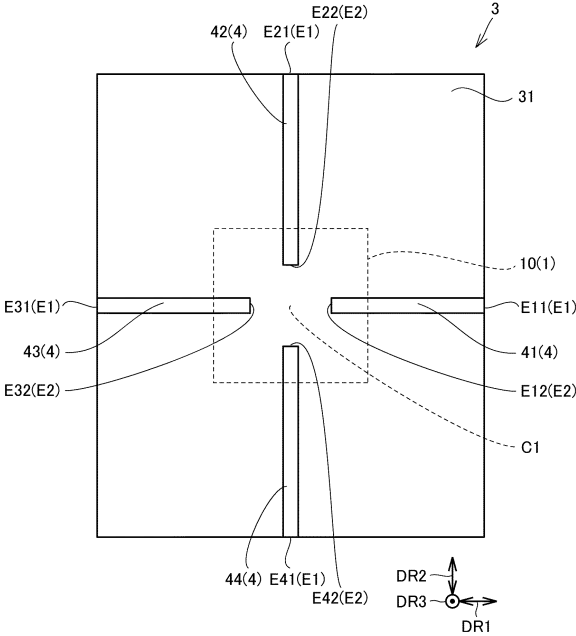
30

40

50

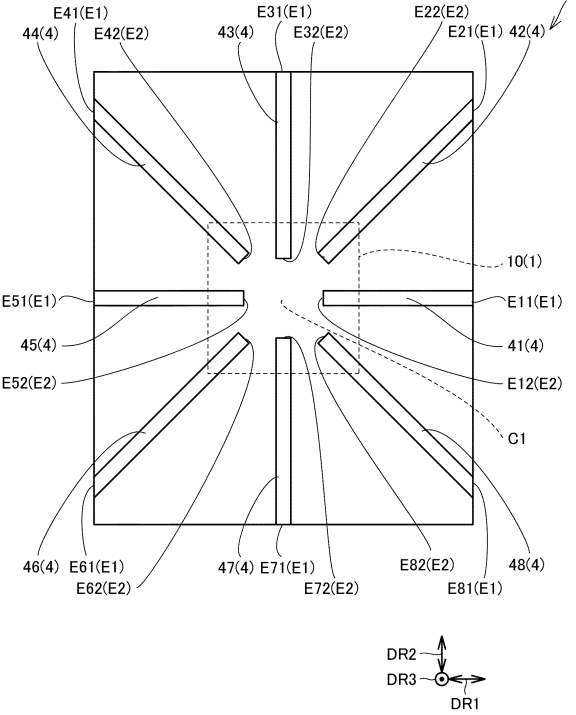
【図 16】

図16



【図 17】

図17

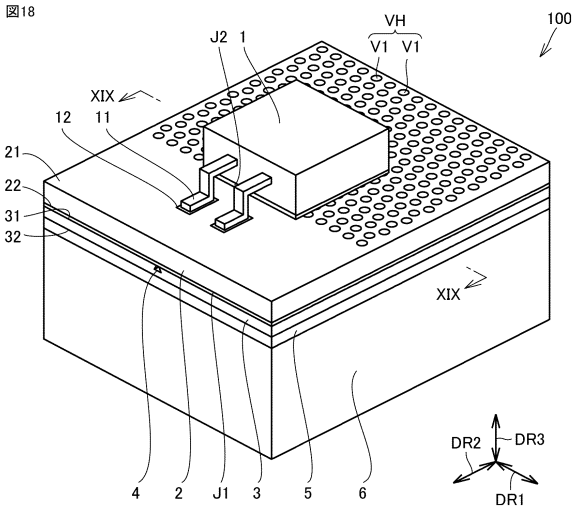


10

20

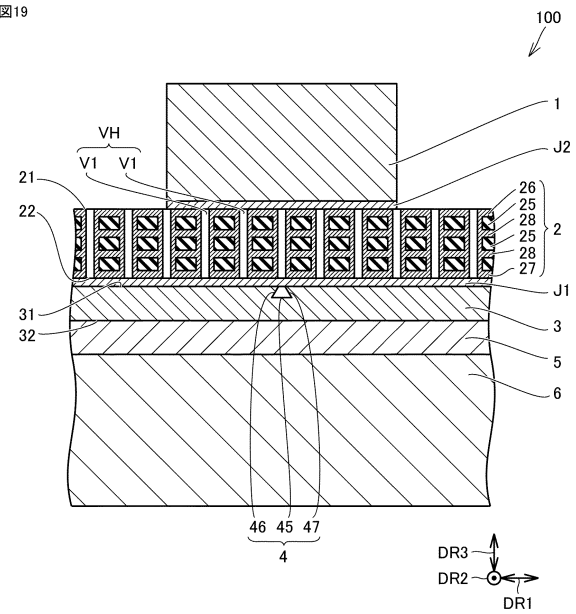
【図 18】

図18



【図 19】

図19



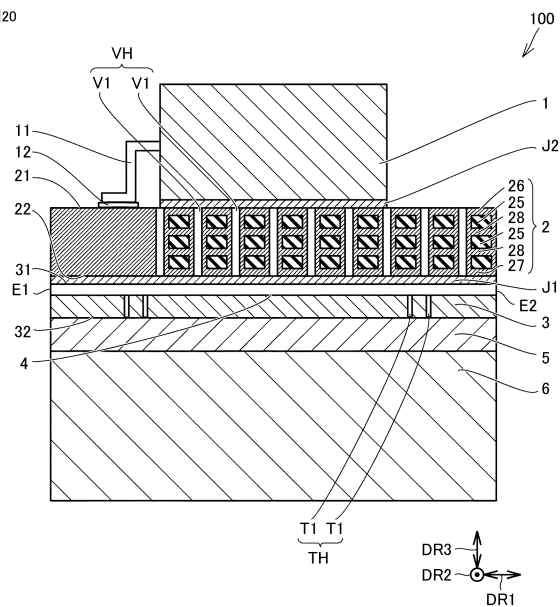
30

40

50

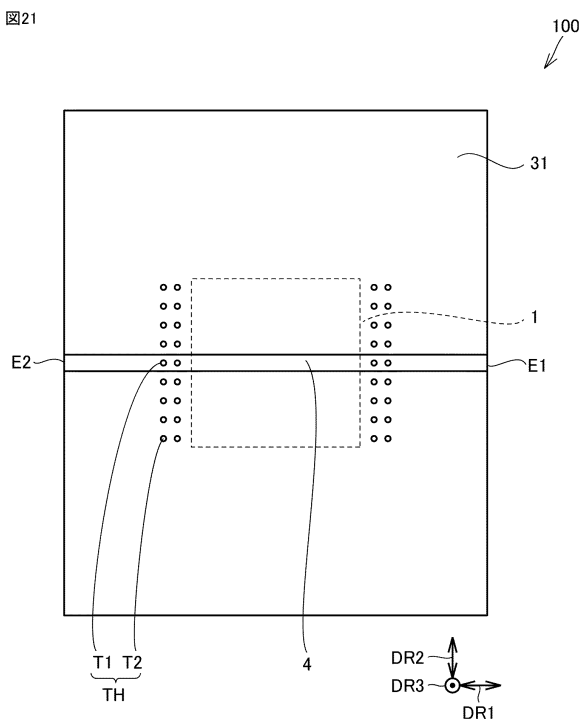
【図 20】

图20



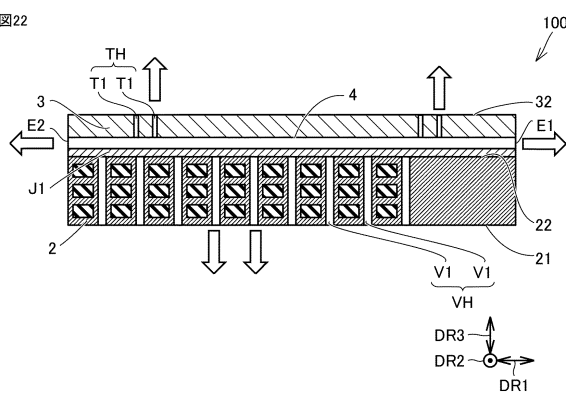
【図 2 1】

图21



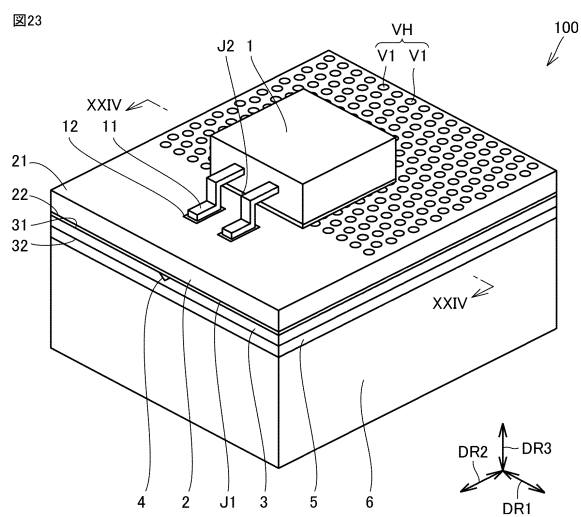
【圖 2 2】

图22



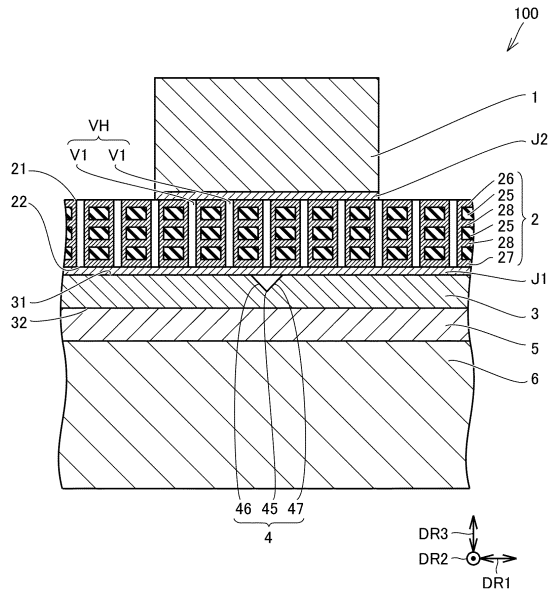
【圖 23】

图23



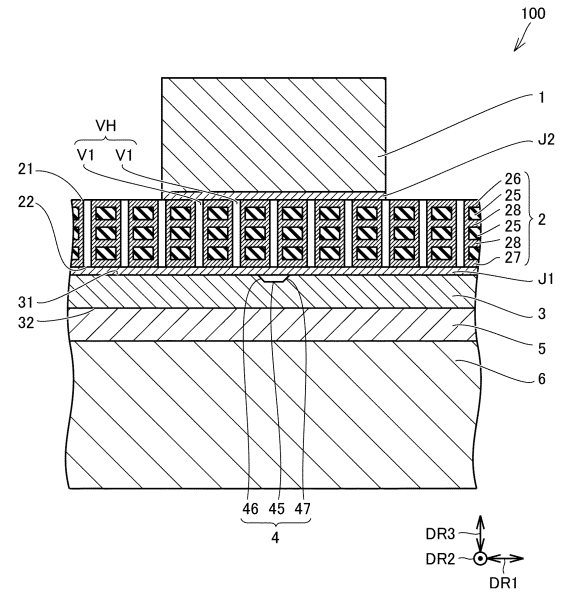
【図 24】

图24



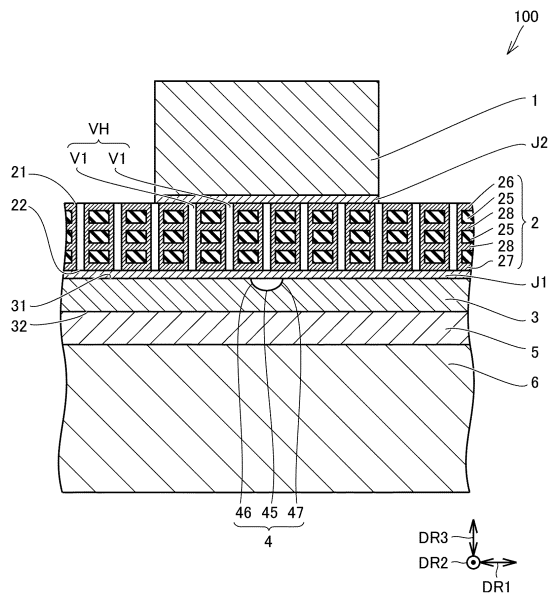
【圖 25】

图25



【図 26】

图 26



フロントページの続き

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 庄司 一隆

- (56)参考文献 特開2004-356261 (JP, A)
特開2014-160707 (JP, A)
国際公開第2017/188246 (WO, A1)
実開平7-18451 (JP, U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 23/467